

学校编码: 10384

学 号: 23220101153199

分类号_____密级_____

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

Android 平台与 Windows 平台间
视频通信系统设计

The Design of Video Communication System Between
Android Platform and Windows Platform

郑孝怡

指导教师姓名: 陈 伟 副 教 授

专 业 名 称: 检测技术与自动化装置

论文提交日期: 2013 年 5 月

论文答辩日期: 2013 年 月

学位授予日期: 2013 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2013 年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于
年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

随着 3G 网络的快速建设,基于无线网络的视频通信技术越来越受重视。同时,随着 Android 系统日趋广泛的应用,开发基于 Android 平台的视频通信系统具有广泛的市场空间。H. 323 协议与 SIP 协议是目前最流行的两个音视频通信协议,其中的 SIP 协议以其简单、灵活、开放、易于扩展等特点,在竞争中处于优势地位。

本文正是基于上述几点因素考虑,设计 Android 平台与 Windows 平台间的视频通信系统,实现 Android 平台与 Windows 平台、Android 平台与 Android 平台以及 Windows 平台与 Windows 平台间的视频通信,信令协议采用 SIP 协议。

本文首先给出了课题研究的背景和意义,对 3G 网络和 Android 系统的现状及优势进行了简单的介绍。进而文章对视频通信系统设计中所涉及的理论与技术作了详细的说明,包括 SIP 协议的消息格式、消息类型、SDP 协议和 SIP 的操作流程,RTP 协议的作用、分组格式和 RTCP 控制协议,H. 264 编解码技术标准等,以为系统的设计开发做好前期理论积累。

系统总体设计部分介绍了系统的通信框架、系统的架构设计以及系统的开发模型选择。提出采用 C/S 模式的设计架构,其中客户端包括 Android 客户端和 Windows 客户端,服务器采用免费的 miniSipServer 作为 SIP 服务器;根据本课题的实际情况,决定选择瀑布模型作为软件开发模型。另外,对系统客户端的组成模块进行了分析,其中 Android 客户端包括主控模块、用户代理模块、音视频处理模块、传输模块等组成模块,Windows 客户端包括用户代理模块、音视频通信模块等。

系统详细设计部分包括 Android 客户端的实现、Windows 客户端的实现以及系统测试。其中 Android 客户端是基于 FFmpeg、exosip、JRTPLIB 等开源项目,并结合 Android 平台的 NDK 和 API 库函数实现的,目前设计的较为完善;Windows 客户端是以 MS VS 2008 作为开发环境,以 MFC 作为开发框架,基于 PJSIP 开源项目实现的,目前还属于设计的初始阶段,只设计出一个雏形。

论文最后对系统进行了测试,效果良好。

关键字: Android; SIP; 视频通信

Abstract

With the rapid development of 3G network, video communication technology based on wireless network is more and more attention. At the same time, along with the application of Android system is more and more widely, the development of video communication system based on Android platform has a broad market space. H.323 protocol and SIP protocol are two of the most popular audio and video communication protocols, SIP protocol, which with the characteristics of simple, flexible, open and easy to expand, is in the advantage position of the competition.

This paper is based on the consideration of the above several factors, to design video communication system between Android platform and Windows platform, and achieve video communication between Android platform and Windows platform, Android platform and Android platform and Windows platform and Windows platform, by using SIP protocol.

Firstly, this paper gives the background and significance of the research, and briefly introduces the present situation and advantages of 3G network and Android system. Then the paper makes a detailed explanation on the theory and technology involved in the design of video communication system, including SIP protocol's message format, message type, the SDP protocol and the operation flow of SIP, the function of the RTP protocol, packet format and RTCP control protocol, H.264 coding standard, for the theoretical accumulation of the system design.

The system's overall design part introduces the communication framework of the system, the architecture design of the system, and the choice of the develop model. The paper presents the design architecture using C/S model, in which the client is consist of Android client and Windows client, the server uses the free miniSipServer software as SIP server; according to the actual situation of this topic, we decide to choose the waterfall model as the software development model. In addition, modules of the system client is analyzed, in which the Android client includes main control module, user agent module, audio/video processing module, transmission module and other modules, Windows client includes user agent module, and audio/video communication module.

The system's detailed design part includes the realization of Windows client, the realization of Android client and system testing. The Android client's implementation is based on FFMPEG, exosip, JRTPLIB and other open source projects, combined with Android NDK and API functions, and the current design is relatively well; the Windows client is using MS

VS 2008 as the development environment, using MFC as development framework, based on PJSIP open source project to achieve, and the present design is just on the initial stage..

Finally, this paper describes the system's testing situation, it shows a good result.

Key Words: Android; SIP; Video communication

厦门大学博士论文摘要库

目录

第 1 章 绪论	1
1.1 课题研究的背景和意义	1
1.1.1 3G 概述	1
1.1.2 Android 概述	1
1.1.3 课题研究的意义	1
1.2 课题研究的主要内容	1
1.3 论文的结构安排	1
第 2 章 视频通信理论基础及关键技术	2
2.1 会话初始化协议详解	2
2.1.1 SIP 协议概述	2
2.1.2 SIP 消息	3
2.1.3 会话描述协议	7
2.1.4 SIP 操作过程	10
2.2 实时传输协议详解	10
2.2.1 RTP 的基本作用	11
2.2.2 RTP 分组格式	12
2.2.3 RTP 控制协议	13
2.3 H.264 视频编解码技术	18
2.3.1 视频编码标准概述	18
2.3.2 H.264 的分层结构	18
2.3.3 H.264 编解码器	19
第 3 章 视频通信系统总体设计	22
3.1 视频通信系统总体通信框架	22
3.2 视频通信系统架构设计	22
3.3 视频通信系统开发模型选择	23
3.4 Android 客户端功能模块划分	24

3.5 Windows 客户端功能模块划分	27
第4章 视频通信系统详细设计	28
4.1 Android 客户端主控模块设计	28
4.1.1 用户界面子模块设计	28
4.1.2 通讯录子模块设计	29
4.1.3 通话记录子模块设计	29
4.2 Android 客户端用户代理模块设计	30
4.2.1 exosip 开源项目	31
4.2.2 注册/注销子模块设计	31
4.2.3 通话建立/挂断子模块设计	33
4.2.4 通话转接子模块设计	38
4.3 Android 客户端音视频处理模块设计	40
4.3.1 音视频流采集子模块设计	40
4.3.2 音视频流编码子模块设计	42
4.3.3 音视频流解码播放子模块设计	44
4.4 Android 客户端传输模块设计	44
4.5 Windows 客户端系统设计	46
4.5.1 PJSIP 介绍	46
4.5.2 用户代理模块设计	47
4.5.3 音视频通信模块设计	49
第5章 视频通信系统部署与测试	50
5.1 视频通信系统部署	50
5.2 Android 客户端与 X-Lite 的通信测试	51
5.3 Android 客户端之间通信测试	52
5.4 Android 客户端与 Windows 客户端之间通信测试	53
第6章 总结与展望	54
6.1 总结	54
6.2 展望	54

参考文献	55
攻读学位期间发表的论文	56
致谢	57

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

Chapter 1 Introduction	错误！未定义书签。
1.1 Research Background and Significance	错误！未定义书签。
1.1.1 3G Overview	错误！未定义书签。
1.1.2 Android Overview	错误！未定义书签。
1.1.3 The Significance of The Research.....	错误！未定义书签。
1.2 The Main Content of The Research.....	错误！未定义书签。
1.3 The Structural Arrangement.....	错误！未定义书签。
Chapter 2 Theoretical Basis and Key Technology	错误！未定义书签。
2.1 SIP Protocol Explanation	错误！未定义书签。
2.1.1 SIP Summary.....	错误！未定义书签。
2.1.2 SIP Message	错误！未定义书签。
2.1.3 SDP Protocol	错误！未定义书签。
2.1.4 Operation Process of SIP.....	错误！未定义书签。
2.2 RTP Protocol Explanation.....	错误！未定义书签。
2.2.1 Basic Role of RTP.....	错误！未定义书签。
2.2.2 Packet Format of RTP	错误！未定义书签。
2.2.3 RTCP Protocol.....	错误！未定义书签。
2.3 H.264 Video Coding Technology	错误！未定义书签。
2.3.1 Summary of Video Coding Standard.....	错误！未定义书签。
2.3.2 Hierarchical Structure of H.264	错误！未定义书签。
2.3.3 H.264 Codec.....	错误！未定义书签。
Chapter 3 Overall Design of The System.....	错误！未定义书签。
3.1 Communication Framework of The System.....	错误！未定义书签。
3.2 Architecture Design of The System.....	错误！未定义书签。
3.3 Choice of Development Model	错误！未定义书签。
3.4 Function modules of Android Client	28
3.5 Function modules of Windows Client.....	错误！未定义书签。

Chapter 4 Detailed Design of The System	错误！未定义书签。
4.1 Design of Main Control Module	错误！未定义书签。
4.1.1 Design of UI Submodule	错误！未定义书签。
4.1.2 Design of Address Book Submodule	错误！未定义书签。
4.1.3 Design of Call Log Submodule	错误！未定义书签。
4.2 Design of UA Module	错误！未定义书签。
4.2.1 Open Source Project of exosip	错误！未定义书签。
4.2.2 Design of Register/Unregister Submodule.....	错误！未定义书签。
4.2.3 Design of Call Establish/Hangup Submodule.....	37
4.2.4 Design of Call Transfer Submodule	错误！未定义书签。
4.3 Design of Audio/Video Processing Module.....	错误！未定义书签。
4.3.1 Design of Audio/Video Acquisition Submodule	错误！未定义书签。
4.3.2 Design of Audio/Video Coding Submodule.....	错误！未定义书签。
4.3.3 Design of Audio/Video Play Submodule	48
4.4 Design of Transmission Module	48
4.5 Design of Windows Client.....	50
4.5.1 PJSIP Summary	50
4.5.2 Design of UA Module	51
4.5.3 Design of Audio/Video Communication Module.....	错误！未定义书签。
Chapter 5 Deployment And Test.....	50
5.1 System Deployment	50
5.2 Test Between AndroidClient And X-Lite.....	51
5.3 Test Between Android Client.....	52
5.4 Test Between Android Client And Windows Client.....	53
Chapter 6 Summary and Outlook.....	错误！未定义书签。
6.1 Summary	错误！未定义书签。
6.2 Outlook.....	错误！未定义书签。
Reference	错误！未定义书签。

Publications during master's studies	60
Acknowledgement.....	61

厦门大学博硕士论文摘要库

第 1 章 绪论

1.1 课题研究的背景和意义

1.1.1 3G 概述

由于第二代移动通信系统(2nd Generation, 2G)难以提供高速数据传输业务, 频率资源较少, 频谱利用率相对较低, 且不能实现全球覆盖和国际漫游, 所以始于上世纪 80 年代的第三代移动通信系统(3rd Generation, 3G)一经出现, 便成为了移动通信技术的一大亮点。3G, 国际电联也称 IMT-2000(International Mobile Telecommunications in the year 2000), 欧洲的电信业巨头们则称其为 UMTS(通用移动通信系统), 它与前代技术的主要区别在于数据传输速度上的提升, 它能够在全球范围内更好地实现无线漫游, 并处理图像、音乐、音频流、视频流等多种媒体形式, 提供包括网页浏览、电话会议、电子商务以及其他一些信息服务, 同时也考虑到了与已有 2G 网络的良好兼容性。截至目前为止, 世界上主要有 3 种 3G 技术标准, 分别为欧洲和日本提出的 WCDMA、美国提出的 CDMA2000 和我国提出的 TD-SCDMA。

2009 年 1 月 7 日, 我国工业和信息化部为中国联通、中国电信和中国移动分别发放 3G 牌照, 其中, 中国联通获得基于 WCDMA 标准制式的 3G 牌照, 中国电信获得基于 CDMA2000 标准制式的 3G 牌照, 中国移动获得基于 TD-SCDMA 标准制式的 3G 牌照。据此, 我国正式进入了 3G 时代^[1]。

近年来, 得益于国家相关政策的支持, 我国 3G 进入了规模化、快速化发展阶段。据统计, 2011 年 1 月—11 月期间, 中国联通、中国电信和中国移动三家电信运营企业共完成 3G 专用设施投资 941 亿元。3G 基站规模达到 792 万个, 其中 WCDMA 基站 31.2 万个, 覆盖 339 个城市、1911 个县城; CDMA2000 基站 26 万个, 覆盖 342 个城市、2055 个县城、2 万多个乡镇; TD 基站 22 万个, 基本实现地级市、县级市和县城主要区域连续覆盖。

同时, 截至 2011 年底, 我国 3G 用户达到 1.28 亿户, 比年初新增 8137 万户, 其中 TD-SCDMA、WCDMA 和 CDMA2000 的用户分别为 5121 万(占 39.9%)、4002 万(占 31.2%)和 3719 万(占 29.0%)。3G 用户增长的同时, 户均流量也持续增长, 如中国联通 3G 用户户均流量 2011 年 12 月末迅速增长至 300Mbps, 是 2010 年同期的 2 倍。预计今后几年, 我国 3G 用户和流量仍将保持快速增长, 这将进一步带动我国 3G 网络建设的需求, 各电信运营企业将进一步加快 3G 网络发展, 继续推进 3G 精品网络建设, 使我国移动通信技术尽快赶上国际先进水平。

3G 网络的深入发展带动了很多新应用的兴起, 本文所要介绍的视频通信就是其中之一。3G 时代, 传统的语音通信已经是个很弱的功能了, 而视频通信等新应用才是主流, 传统的语音通信资费会降低, 而视觉冲击力强, 快速直接的视频通信则会更加普及和飞速发展。

1.1.2 Android 概述

目前, 应用在手机上的操作系统主要有 6 种, 分别是 Windows Mobile、PalmOS、Symbian、Linux、iPhoneOS 和 Android。其中, Android 是谷歌 (Google) 发布的基于 Linux 的开源手机平台, 该平台由操作系统、中间件、用户界面和应用软件组成, 是第一个可以完全定制、免费、开放的手机平台。区别于其他几种手机操作系统, Android 是一个完全免费的手机平台, 使用 Android 并不需要授权费, 而且因为 Android 平台有丰富的应用程序, 也大幅降低了应用程序的开发费用, 可以节约 15%~20% 的手机制造成本。Android 底层使用开源的 Linux 操作系统, 同时开放了应用程序开发工具, 使所有程序开发人员都在统一、开放的开发平台上进行开发, 保证了 Android 应用程序的可移植性。Android 平台使用 Java 语言进行开发, 支持 SQLite 数据库、2D/3D 图形加速、多媒体播放和摄像头等硬件设备, 并内置了丰富的应用程序, 如电子邮件客户端、闹钟、Web 浏览器、计时器、通讯录和 MP3 播放器等。

Android 广泛支持 GSM、DEGE 和 3G 的语音与数据业务, 支持接收语音呼叫和 SMS (短信消息服务), 支持数据存储共享和 IPC (进程间通信) 消息机制, 为地理位置服务 (如 GPS)、谷歌地图服务提供易于使用的 API 函数库, 提供组件复用和内置程序替换的应用程序框架, 提供基于 WebKit 的浏览器, 广泛支持各种流行的音频和视频文件格式, 支持的格式有 MPEG4、H264、MP3、AAC、AMR、JPG、PNG 和 GIF, 为 2D 和 3D 图像处理提供专用的 API 库函数。

Android 系统提供了访问硬件的 API 库函数, 用来简化像摄像头、GPS 等硬件的访问过程。只要支持 Android 应用程序框架的手机, 对硬件访问的方法是完全一致的, 因此即使将应用程序移植到不同硬件配置的手机, 也无需修改应用程序对硬件的访问方法。Android 支持的硬件包括 GPS、摄像头、网络连接、Wi-Fi、蓝牙、加速度计、触摸屏和电源管理等。

在内存和进程管理方面, Android 具有自己的运行时和虚拟机。与 Java 和 .NET 运行时不同, Android 运行时还可以管理进程的生命周期。Android 为了保证高优先级进程

运行和正在与用户交互进程的响应速度，允许停止或终止正在运行的低优先级进程，以释放被占用的系统资源。Android 进程的优先级并不是固定的，而是根据进程是否在前台或是否与用户交互而不断变化的。

在界面设计上，Android 提供了丰富的界面控件供使用者调用，从而加快了用户界面的开发速度，也保证了 Android 平台上的程序界面的一致性。Android 将界面设计与程序逻辑分离开来，使用 XML 文件对界面布局进行描述，有利于界面的修改和维护。

Android 提供轻量级的进程间通信机制 Intent，使跨进程组件通信和发送系统级广播成为可能。通过设置组件的 Intent 过滤器，组件通过匹配和筛选机制，可以准确地获取到可以处理的 Intent。

Android 提供了 Service 作为无用户界面、长时间后台运行的组件。Android 是多任务系统，但受到屏幕尺寸的限制，同一时刻只允许一个应用程序在前台运行。Service 无需用户干预，可以长时间、稳定地运行，可以为应用程序提供特定的后台功能，还可以实现事件处理或数据更新等功能。

Android 支持高效、快速的数据存储方式，包括快速数据存储方式 SharedPreferences、文件存储和轻量级关系数据库 SQLite，应用程序可以使用合适的方法对数据进程保存和访问。同时，为了便于跨进程共享数据，Android 提供了通用的共享数据接口 ContentProvider，可以在无需了解数据源、路径的情况下，对共享数据进行查询、添加、删除和更新等操作。

正如上面所述，Android 系统在各方面的优势都很突出，所以从面世的那一刻起，Android 系统便受到了举世瞩目的关注。目前，Android 系统已经支配了整个中国的智能手机市场，2012 年第四季度 Android 系统的市场份额达到了 86%。

1.1.3 课题研究的意义

随着科技的发展和社会的进步，人们对通信已经由最初的单一语音需求转变为对视频和音频的双重通信需求，以传送语音、数据、视频为一体的视频通信业务成为通信领域发展的热点，并得到了越来越广泛的应用，视频通信迎来了高速发展期。

放眼整个视频通信市场，其发展前景广阔、潜力无限。FROST SULLIVAN 报告显示，在 2011 年，单单全球视频会议市场规模就大约有 15.7 亿美元，预计从 2011 年至 2016 年会以复合增长率 16% 的速度递增，到 2016 年全球视频会议市场规模将会达到 41.5 亿美元。在国内也是如此，数据显示，2011 年中国视频会议整体市场规模达到 42 亿元人

民币，与 2010 年相比增长 6.7%，增速虽然明显放缓，但是势头依然强劲。

基于广阔的市场前景，3G 网络的快速发展，还有 Android 操作系统成为全球最受欢迎的智能手机品牌等因素，3G 与 Android 的结合，将是视频通信领域的趋势之一，开展 Android 平台与 Windows 平台间视频通信系统设计工作具有重大的现实意义和实用价值。

正是基于上述因素，并结合目前金融系统客户服务由语音形式升级到视频形式的现实情况，我们实验室与福州某金融产品设计公司共同提出了“开发和设计 Android 平台与 Windows 平台间视频通信系统”的课题。

1.2 课题研究的主要内容

本课题的研究内容主要包括一下几方面：

- 1、在开源 SIP 协议栈的基础上，研究客户端的注册/注销、通话建立/挂断、信令传输等过程的实现。
- 2、研究 H.264 标准的视频编解码理论，基于 FFMPEG 开源项目具体实现 H.264 编解码。
- 3、研究基于 RTP 协议的多媒体流的实时传输，并结合 JRTPLIB 开源项目实现音视频流的实时传输。
- 4、在开源 PJSIP 的基础上，设计基于 Windows 平台的视频通信客户端。

1.3 论文的结构安排

论文的具体结构安排如下：

第 1 章 绪论。介绍课题研究的背景和意义，包括 3G 网络和 Android 系统的情况简述，以及开展 Android 平台与 Windows 平台间视频通信系统设计的意义，并介绍了课题研究的主要内容，以及论文的组织结构安排。

第 2 章 视频通信理论基础及关键技术。介绍了视频通信系统开发设计的理论基础和关键技术，详细分析了 SIP 协议和 RTP 协议的组成、实现原理等，对 H.264 编解码标准也做了比较深入的解析。

第 3 章 视频通信系统总体设计。对视频通信系统的通信框架、架构设计、软件开发模型选择、功能模块划分以及性能需求分析等进行了分析。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库